

# Balatoni befolyók vízkémiai jellegének vizsgálata

Soróczki-Pintér Éva, Királykúti Ildikó, Kovács Zsófia, Padisák Judit, Varanka István

Pannon Egyetem, Limnológia Tanszék, 8201. Veszprém Pf. 158.

**Kivonat:** A Pannon Egyetem Limnológia Tanszéke a VKI-ban megfogalmazottak figyelembevételével 2001. óta foglalkozik Balaton-felvidéki befolyók, kisvízfolyások vizsgálatával. 2004. júliustól 2005. júniusáig havonkénti rendszerességgel vizsgáltunk 19 balatoni befolyó vízkémiai paramétereit. Az éves tápanyagterhelés anyagszáma jól tükrözi az utóbbi egy év csapadékos, nagy lefolyású időszakait, hiszen a befolyó vizek, ezen belül a Zala és a Nyugati-övcatorna szállítják az éves terhelés túlnyomó részét.

**Kulcsszavak:** balatoni befolyók, vízkémiai paraméterek, tápanyagterhelés

## Bevezetés és célkitűzések

Jelenlegi munkánkban 20 Észak-, és Dél-balaton-i befolyó (többségében kisvízfolyás) vízkémiai vizsgálatára és értékelésére került sor. Eredményeink megalapozzák a további hidrobiológiai állapotfelmérést, amely a befolyók vizsgálatán túl kiterjed a tó teljes természetes partszakaszának élőbevonat alapú ökológiai minősítésére.

## Anyag és módszer

A balatoni befolyók mintavételezése 2004. júliustól 2005. júniusáig zajlott, havi rendszerességgel. A Balaton északi partján 12, a déli parton 8 befolyó alsó szakaszán jelöltük ki a mintavételi pontokat, a helymeghatározás Magellan GPS-300 műholdas készülékkel történt. A vizsgált befolyók:

**Északi part:** Lovasi-séd, Csupaki-séd, Kéki-patak, Szőlősi/Füredi-séd, Tavi/Aszföldi-séd, Örvényesi-séd/Pécsely-patak, Burnót-patak, Egervíz/Eger-patak, Tapolca-patak, Kétöles/Vízlői-patak, Lesence-patak, Nemesvitai-árok/Edericsi-patak.

**Déli part:** Hévíz-Páhoki-csatorna, Zala-folyó, Nyugati-övcatorna, Rigó-csatorna, Keleti-Bozót/Pogányvölgyi-víz-folyás, Jamai-patak, Nagymetszés-patak/Büdösgáti-víz-folyás, Kőröshegyi-séd.

A pH-t és a vezetőképességet a helyszínen Consort C535 multi-paraméter készülékkel vagy laboratóriumban MultiLine P3 típusú pH mérő kézi műszerrel (WTW GmbH) és Radelkis gyártmányú vezetőképesség mérő műszerrel (OK-102/1) mértük. A mintavételkor mértük a hőmérsékletet. Jegyzőkönyvben rögzítettük a mederanyag típusát, meder szélességét, mélységét, a vízáramlási sebességet, valamint a part menti növényzetet.

A Pannon Egyetem Föld- és Környezettudományi Tanszékének analitikai laboratóriumában történt a KOI, ortofoszfát-foszfor, összes foszfor, ammónium-N, nitrit-N, nitrát-N mérése. A spektrofotometriás méréseket Jasco V-530 típusú UV/VIS (szoftver: Spectra Manager for Windows, version: 1.12.00), vagy Specord UV/VIS spektrofotométerrel végeztük.

Eredményeink értékelése a SYNTAX (Podani, 2000) programcsomaggal történt.

A Víz Keretirányelv szerinti besorolásukat tekintve a Lovasi-, Csupaki-séd, Kéki-patak, a Szőlősi (Füredi)-, Tavi (Aszföldi)-, Örvényesi-séd (Pécsely-patak), Burnót-patak, hegyvidéki meszes, mederanyaguk durva, a forrásvizük a fő karszt- és réteg-víztározókból származik (Virág, 1997). Az Egervíz tipológia szerint a dombvidéki meszes, közepes-finom mederanyagú kis folyók típusába sorolható. A Tapolca-, Kétöles (Vízlői)-, Lesence-patak és a Nemesvitai-árok (Edericsi-patak) dombvidéki meszes, közepes-finom mederanyagú patakok, míg a Zala-folyó a közepes folyók típusába tartozik. A Tapolcai-medence vízfolyásai (Tapolca-, Kétöles (Vízlői)-, Lesence-patak) besorolhatók a tözeges területek, szerves jellegű kisvízfolyások típusába is. A Jamai-patak, Nagymetszés-patak (Büdösgáti-víz-folyás) és a Kőrös-

hegyi-séd síkvidéki tözeges területű szerves kisvízfolyások, a Nyugati-övcatorna és a Keleti-Bozót (Pogányvölgyi-víz-folyás) vízgyűjtő területük alapján közepes vízfolyások. A Hévíz-Páhoki-csatorna egy egyenes, mesterségesen kialakított mederben folyik egészen a helyi erózióbázisig.

## Eredmények és értékelés

A Tavi/Aszföldi-séd mintavételi adatait nem dolgoztuk fel, mivel csak 2004. július valamint 2005. május, június hónapban történt gyűjtés.

A vízfolyások átlaghőmérséklete 8,2-12,07°C között változott, a Hévíz-Páhoki-csatorna átlaghőmérséklete nyilvánvalóan a hévízforrásnak köszönhetően a legmagasabb (12,07°C) bár a torkolatnál már nem mutat kiugró értéket.

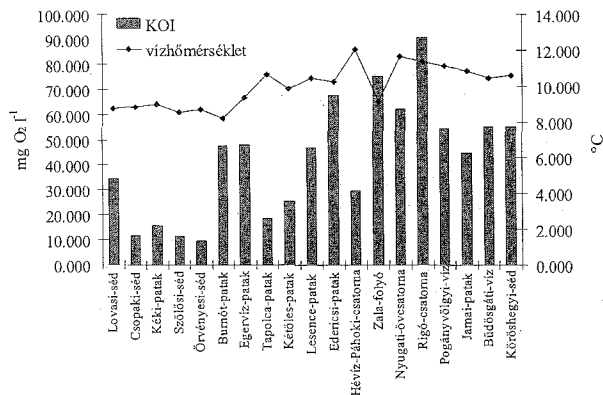
A vízfolyások éves átlag pH-ja 7,15-7,64 között változott, havi bontásban egyértelműen a tavaszi, kora nyári időszakban figyelhető meg a legmagasabb pH érték. A legmagasabb pH értéket (8,35) a Tapolca-patakban mértük 2005. márciusában. Mivel a vízfolyások átlag pH-ja rendszerint kisebb, mint 8 így béta-limno típusúnak tekinthetők (Felföldy, 1987).

Az általunk vizsgált vízfolyások éves átlag fajlagos elektromos vezetőképessége 0,610-1,135 mS cm<sup>-1</sup> volt. A Csupaki-sédre a legkisebb, az Egervízre a legmagasabb átlagérték vonatkozik. Éves periódusban a legmagasabb értéket a Nagymetszés (Büdösgáti-víz-folyás)-patakban mértük 2004 decemberében (2,300 mS cm<sup>-1</sup>). Az átlag vezetőképességi adatok alapján a vízfolyások alfa-oligohalobikus - oligomezohalobikus típusba sorolhatók (Felföldy, 1987).

A patakok KOI<sub>ps</sub> (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-os) értéke 9,6-90,6 mg l<sup>-1</sup> között változott (**1. ábra**). A Csupaki-séd, Kéki-patak, Szőlősi (Füredi)-séd, Örvényesi-séd (Pécsely-patak) és a Tapolca-patak késő őszi mintavételein mértünk 10 mg l<sup>-1</sup>-nél alacsonyabb értékeket. Összességében elmondható, hogy az előbb felsorolt patakok kivételével sok a bomlásban lévő oxidálható szerves anyag (18,5-90,6 mg l<sup>-1</sup>). A KOI maximum értékek a nyugati-medence befolyóinál májusban, míg a keleti medence felé haladva július-augusztusban, a vegetációs időszak derekán jelentkeztek. Korrelációs számítás nem igazolja a KOI - hőmérséklet adatok szignifikanciáját (n = 19, r = 0,4437, P > 5 %).

Az éves ammónium koncentráció értékek átlaga: 0,041-0,432 mg l<sup>-1</sup>; a nitrit koncentrációk átlaga 0,001-0,042 mg l<sup>-1</sup> volt. A legalacsonyabb átlagértékeket a Csupaki-sédben, a legmagasabb ammónium átlagot az Egervízben, míg a legmagasabb nitrit átlagot a Tapolca-patakban észleltük, utóbbi nitráttal is erősen szennyezettnek minősül. A nitrát átlagkoncentrációk 1,270-8,429 mg l<sup>-1</sup> között változtak, a minimum átlag a Nemesvitai (Edericsi-patak)-óvárookra, a maximum átlag adat pedig a Szőlősi (Füredi)-sédre vonatkozik. A mérések alapján hasonlóan magas átlagértéket kaptunk a Kéki-patak (6,952 mg l<sup>-1</sup>) és az Örvényesi-séd (Pécsely-patak) (7,751 mg l<sup>-1</sup>) esetén is, ami erős antropogén szennyezésre enged következtetni. Megemlíthető, hogy Kiss és mts-ai (2004) a Horogi-, Szőlősi (Füredi)-séd és a Kéki-patak ese-

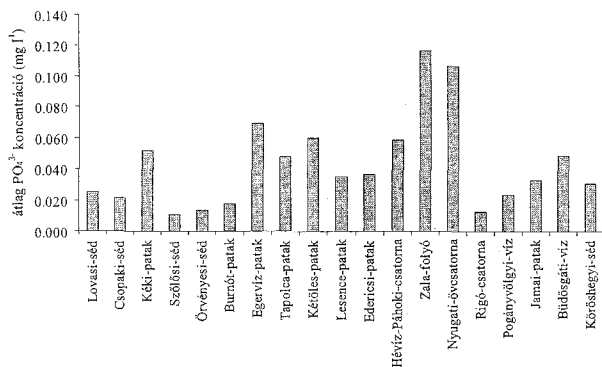
tében hasonlóan magas nitrát koncentráció adatokról számoltak be. A magas nitrát koncentráció a vízgyűjtőn korábban bekövetkezett szennyezésre utal a térségben jellemző mezőgazdasági művelés következményeként.



1. ábra: A befolyók átlag  $KOI_{ps}$  értéke és hőmérséklete a 2004-2005 időszakban

Fig. 1: Mean KOI and temperature data of 19 inlets of Lake Balaton from July 2004 to June 2005

Az oldott reaktív foszfor koncentrációja szintén évszaktól függően változott (2. ábra). Az átlag koncentráció adatok 0,01-0,12  $mg\ l^{-1}$  között változtak, a minimális átlag adat a Szőlősi (Füredi)-sédre, a maximális pedig a Zala-folyóra vonatkozik. Magasabb értékeket mutat az Egervíz (0,07  $mg\ l^{-1}$ ), Kétöles (Viszlói)-patak (0,06  $mg\ l^{-1}$ ) és a Nyugati-övcatorna (0,11  $mg\ l^{-1}$ ). Kiss és mts-ai (2004) magas ortofoszfát-foszfor koncentrációt mért a Kéki-patakban, ami a saját mérésünkről is elmondható (0,05  $mg\ l^{-1}$ ).

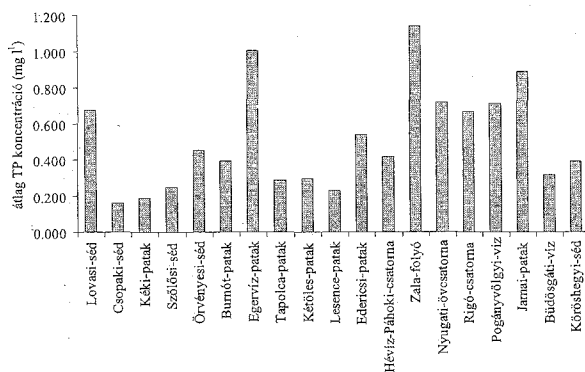


2. ábra: A 19 befolyó átlag ortofoszfát-P koncentrációjának alakulása 2004. júliusától 2005. júniusáig

Fig. 2: Mean orthophosphate-P concentrations of 19 inlets of Lake Balaton from July 2004 to June 2005

Az összes foszfor átlagkoncentráció érték 0,161-1,139  $mg\ l^{-1}$  között változott (3. ábra). A minimum érték a Csapaki-sédre, a maximum pedig a Zalára vonatkozik. A tendencia az ortofoszfát-P koncentrációhoz hasonló. Alacsonyabb TP átlag koncentrációkat kaptunk a Kéki-patak, Szőlősi (Füredi)-séd, Tapolca-, Kétöles (Viszlói)-, Lesence-patak esetében (0,188-0,297  $mg\ l^{-1}$ ). Magasabb TP koncentrációkat figyeltünk meg a többi vízfolyásnál (< 0,314-1,007  $mg\ l^{-1}$ ).

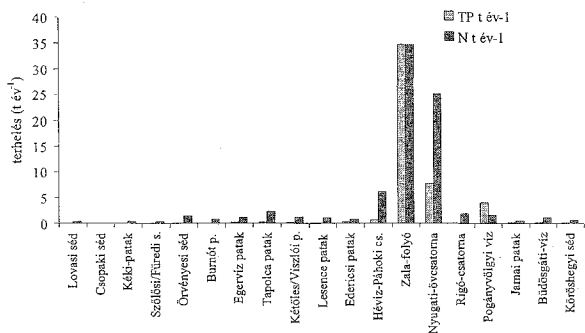
A tápanyag-terhelés alakulását vizsgálva (4. ábra) látható, hogy 2004-2005 időszakban a Zala folyó adja az összes tápanyagterhelés 53 %-át, további jelentős tápanyag koncentrációt mos be a Nyugati-övcatorna (25 %). Az általunk vizsgált 19 vízfolyás közül ez a két vízfolyás szolgáltatja az összes tápanyag-terhelés 78 %-át. A Hévíz-Páhoki-csatorna további 5 %-kal részesedik a tápanyag-terhelésből, hasonló arányt mutat a Keleti-Bozót (Pogányvölgyi-vízfolyás) (4 %).



3. ábra: A befolyók átlagos összes foszfor koncentrációjának alakulása 2004. júliusától 2005. júniusáig

Fig. 3: Mean TP concentrations of 19 inlets of Lake Balaton from July 2004 to June 2005

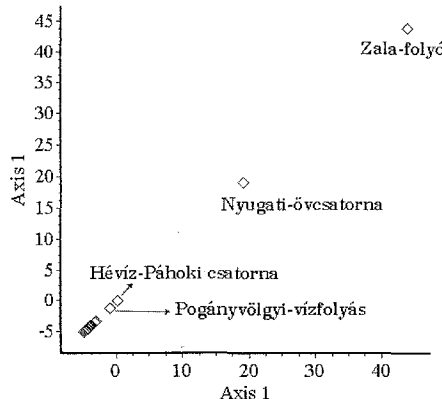
Méréseink alapján a Balaton TP éves terhelése a következőképpen alakult 2004-2005-ben: a Zala 34,7 tonna (71 %), a Nyugati-övcatorna 7,7 tonna (16 %), a Keleti-Bozót (Pogányvölgyi-vízfolyás) 4,1 tonna (8 %) foszfort szállított a tóba. A maradék 2,5 tonna (5 %) TP a többi zömében kisvízfolyásból érkezett a Balatonba.



4. ábra: A vizsgált befolyók éves additív növényi tápanyagterhelésének alakulása a vizsgált 19 befolyóban

Fig. 4: Annual additive main nutrient loading of 19 inlets of Lake Balaton

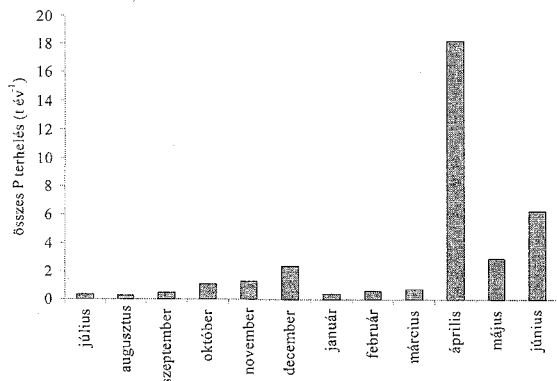
Az euklideszi távolságot bemutató cluster is igazolja (5. ábra) a Zala, Nyugati-övcatorna többi vízfolyástól eltérő fokozott tápanyagterhelését. A Keleti-Bozót (Pogányvölgyi-vízfolyás) szintén magas TP (8 %), a Hévíz-Páhoki csatorna magas összes nitrogén (7 %) terhelése miatt különül el a többi vízfolyástól. A Csapaki-séd elkülönülése az igen alacsony tápanyagterhelésnek tulajdonítható (TP 0,01%, összes-N 0,05%).



5. ábra: A 19 befolyó ordinációja az additív tápanyagterhelés alapján (PCoA-euklideszi távolság)

Fig. 5: Ordination of 19 inlets of Lake Balaton (PCoA-Eukclidean distance) according to annual additive nutrient loading

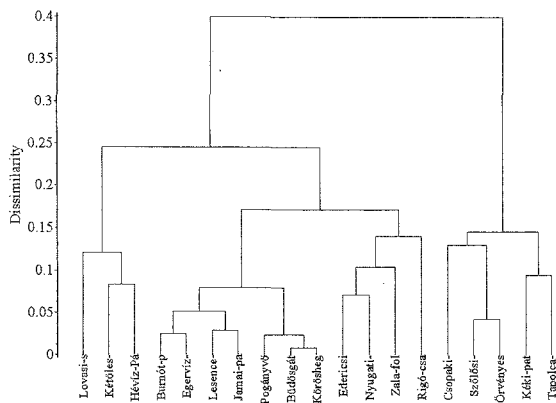
A vizsgált 19 befolyó TP terhelésének havi átlag adatait mutatja a 6. ábra. Kiugróan magas terhelés érte a tavat 2005. áprilisában, ami az éves terhelés 52,3 %-a.



6. ábra A vizsgált befolyók összes foszforterhelésének alakulása havi bontásban, 2004. júliusától 2005. júniusáig

Fig. 6: TP loading of inlets of Lake Balaton by the month from July 2004 to June 2005

Elvégeztük a hőmérséklet, vezetőképesség, vízhozam, pH,  $KOI_{PS}$ , ortofoszfát-P, nitrit-N, ammónium-N, nitrát-N, összes-P, fizikai és kémiai paraméterek átlagadatainak cluster analízisét (7. ábra). A Csapaki-, Szőlősi (Füredi)-, Örvényesi-séd (Pécsely-patak), Kéki-patak elkülönülése a települések alatti becsatornázottságra és a fokozott mezőgazdasági tevékenységre utal.



7. ábra: A vizsgált 19 befolyó átlag fizikai és kémiai paramétereinek dendrogramja (Bray-Curtis)

Fig. 7: Dendrogram (Bray-Curtis) according to mean physical- and chemical parameters of inlets of Lake Balaton

### Water chemical features of inlets of Lake Balaton

Soróczki-P., É., Királykúti, I., Kovács, Zs., Padisák, J., Varanka, I.

#### Abstract:

Department of Limnology of Pannon University according to the frames of the Water Framework Directives have studied limnological and hydrobiological condition of small Balaton streams since 2001. We collected samples from 20 different inlets (much of creeks) of Lake Balaton monthly from July 2004 to June 2005, from which we measured different physical and chemical parameters. We have estimated the annual nutrient loading of inlets of Lake Balaton. Approximately 50 tons  $yr^{-1}$  has been estimated the annual additive nutrient loading from July 2004 to June 2005. Much of annual additive nutrient loading have carried River Zala and Nyugati-övcasatona.

#### Keywords:

inlets of Lake Balaton, hydro-chemical parameters, nutrient loading

### Összefoglalás

A Balatonba futó gyorsfolyású kis vízfolyások nagy száma miatt nehéz becsülni a tó éves foszforterhelését, eltekintve a Keszthelyi-medencétől, ahol a Zala napi tápanyagterhelése 1976 óta ismert (Clement, 2000). Nyilvánvalóan az általunk kijelölt 19 befolyó nem fedi le a vízgyűjtő egészét, másrészt a havi egyszeri mintavétel vízhozam és koncentráció adataival csak durva tápanyagbecslés adható meg. Nem beszélve arról, hogy a heves lefolyású záporok okozta árhullámok felelősek az éves tápanyagterhelés döntő részéért (Jolánkai, 2000).

Az utóbbi aszályos évek (2000-2003)  $15 \pm 4$  tonna  $év^{-1}$  foszfor-terheléséhez (Istvánovics és mts-ai, in press) képest az elmúlt év csapadékos időjárása folytán jelentős tápanyag bemosódást figyelhattunk meg, ami adataink alapján kb. 50 TP tonna  $év^{-1}$ -nek felel meg. Becslésünk azonban jól prognosztizálja az elmúlt egy év csapadékos hónapjaiból adódó hatásokat.

\*

A munkát az EU-5. CLIME (10443) és a NKFP (10604) project támogatta.

\*

### Irodalom

- Clement, A. (2000): Improving uncertain nutrient load estimates for Lake Balaton. *Water Science and Technology* 43: 279-286.
- Felföldy L. (1987): A biológiai vízminősítés. 4. Javított és bővített kiadás. In: *Vízügyi Hidrobiológia* 16. VGI, Budapest. pp.258.
- Gánti G-né (2002): A Duna vízkémiai vizsgálatának néhány tanulsága. *Hidrológiai Közöny* 82: 36-38.
- Istvánovics, V., Clement, A., Somlyódy, L., Specziár, A., G.-Tóth, L., Padisák, J. (in press): Updating water quality targets for shallow Lake Balaton (Hungary), recovering from eutrophication.
- Jolánkai G. (2000): A Balaton tápanyagterhelésének mérése, mérlege, modellezése. A Balaton kutatásának 1999. évi eredménye, MTA, Bp. pp: 108-111.
- Kiss O. és Szabó T. (2001): A Bükk hegységi Szalajka-patak vízminőségének állapota. *Hidrológiai Közöny* 81: 394-395.
- Kiss Zs., Kovács Cs. és Padisák J. (2004): Hidrogeográfiai és vízkémiai vizsgálatok néhány Közép-magyarországi kis vízfolyásban. *Hidrológiai Közöny* 84: 79-81.
- Milinkai É. és Murányi Z. (1999): Amphipodák és más vízi macrogerintelen fajok bioindikációs szerepe nehézfém szennyezésnél az Eger és Laskó patak esetében. *Hidrológiai Közöny* 79: 329-331.
- Papp B. (1997): A balatonfelvidéki Aszófői-séd, Koloska- és Pécsely-patak mohavegetációjának vizsgálata. *Hidrológiai Köz.* 77: 77-78.
- Podani J. (2000): Introduction to the exploration of multivariate biological data. Backhuys, Leiden.
- Virág Á. (1997): A Balaton múltja és jelene. Egri Nyomda Kft. Eger. pp: 52-57.